

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. April 2004 (08.04.2004)

PCT

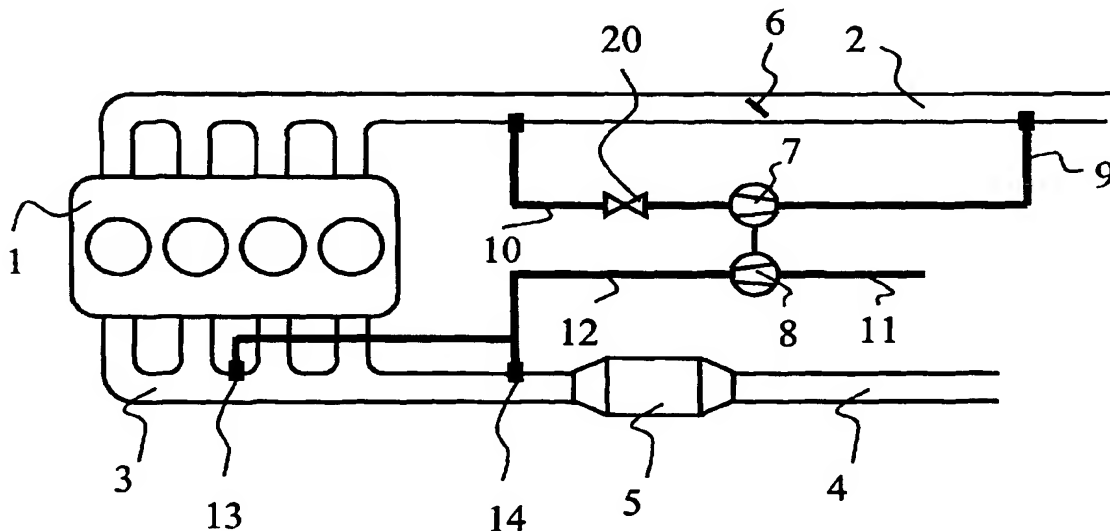
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/029425 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F01N 3/32, F02D 9/02
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/009646
- (22) Internationales Anmeldedatum: 30. August 2003 (30.08.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 102 43 317.8 18. September 2002 (18.09.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): DAIMLER CHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse 225, 70567 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FREISINGER, Nor-mann [DE/DE]; Gartenstrasse 6, 73547 Lorch (DE). HERGEMÖLLER, Thorsten [DE/DE]; Flohbergstrasse 17, 70327 Stuttgart (DE). KEMMLER, Roland [DE/DE]; Kächeleweg 7, 70619 Stuttgart (DE). LEHMANN, Hans-Georg [DE/DE]; Südhalde 13, 73732 Esslingen (DE). MATT, Martin [DE/DE]; Im Zillhardt 14, 76646 Bruchsal (DE).
- (74) Anwälte: KOCHER, Klaus-Peter usw.; DaimlerChrysler AG, Intellectual Property Management, IPM - C 106, 70546 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE COMPRISING A GAS CONVEYING SYSTEM AND OPERATING METHOD THEREFOR

(54) Bezeichnung: BRENNKRAFTMASCHINE MIT GASFÖRDERSYSTEM UND BETRIEBSVERFAHREN HIERFÜR



(57) Abstract: Disclosed is an internal combustion engine (1) comprising a gas conveying system that is provided with a turbine (7) which is driven by an air flow and a pump (8) which is driven by said turbine (7) and by means of which gas can be supplied to the exhaust system (3, 4, 5). Also disclosed is a method for operating said internal combustion engine (1), according to which the quantity of injected fuel is adjusted in accordance with the conveying performance of the pump (8) when starting the internal combustion engine (1). The invention applies to motor vehicles, particularly passenger cars comprising an internal combustion engine with fuel injection.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/029425 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: 1. Brennkraftmaschine mit Gasfördersystem und Betriebsverfahren hierfür. 2.1. Es wird eine Brennkraftmaschine (1) mit einem Gasfördersystem mit einer durch einen Luftstrom antreibbaren Turbine (7) und einer durch die Turbine (7) antreibbaren Pumpe (8), mit welcher dem Abgassystem (3, 4, 5) Gas zugeführt werden kann, sowie ein Betriebsverfahren hierfür vorgeschlagen. 2.2. Erfindungsgemäss wird bei einem Startvorgang der Brennkraftmaschine (1) deren Kraftstoffeinspritzmenge in Abhängigkeit von der Förderleistung der Pumpe (8) eingestellt. 2.3. Anwendung in Kraftfahrzeugen, insbesondere in Personenkraftwagen einem Verbrennungsmotor mit Kraftstoffeinspritzung.

DaimlerChrysler AG

Brennkraftmaschine mit Gasfördersystem und Betriebsverfahren
hierfür

Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschine mit einem Gasfördersystem mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 und ein Betriebsverfahren hierfür mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 12.

Aus der US-Patentschrift US 6,094,909 ist eine Brennkraftmaschine mit einem Gasfördersystem bekannt. Das Gasfördersystem umfasst eine von einem Luftstrom antreibbare Turbine und eine durch die Turbine angetriebene Pumpe, die Gas in das Abgassystem fördern kann. Dieses Gasfördersystem wird beim Start der Brennkraftmaschine eingesetzt, um Sekundärluft dem Abgassystem zuzuführen damit unverbrannte Kraftstoffbestandteile oxidiert werden können. Die freigesetzte Verbrennungswärme dient der Aufheizung des Abgasreinigungssystems, das damit rascher betriebsfähig ist. Die Turbine wird durch einen Luftstrom angetrieben, der durch ein über einem Drosselement in der Ansaugleitung vorhandenes Druckgefälle hervorgerufen wird. Die Zufuhr von Sekundärluft erfolgt jedoch erst in ausreichendem Umfang, wenn die Turbine bzw. die von ihr angetriebene Pumpe eine ausreichende Drehzahl aufweist, was einige Zeit benötigt, so dass nach dem Start der Brennkraftmaschine nicht sofort vom Gasfördersystem Sekundärluft zur Verfügung gestellt werden kann. Außer für die Förderung von Sekundärluft beim Brennkraftmaschinenstart sind für das Gasfördersystem keine weiteren Funktionen vorgesehen.

Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, eine Brennkraftmaschine mit einem Gasfördersystem und ein Betriebsverfahren hierfür anzugeben, mit welchen ein emissionsarmer Brennkraftmaschinenbetrieb und eine gute Ausnutzung des Gasfördersystems ermöglicht werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Brennkraftmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 12 gelöst.

Die erfindungsgemäße Brennkraftmaschine zeichnet sich dadurch aus, dass bei einem Startvorgang der Brennkraftmaschine deren Kraftstoffeinspritzmenge in Abhängigkeit von der Förderleistung der Pumpe einstellbar ist. Vorzugsweise erfolgt erst bei Erreichen einer Mindestförderleistung der Pumpe eine Kraftstoffeinspritzung, so dass der Beginn der Kraftstoffeinspritzung von der Förderleistung der Pumpe abhängig ist. Dadurch wird erreicht, dass dem Abgassystem mit Beginn der Kraftstoffeinspritzung mit Hilfe der Pumpe Sekundärluft in ausreichender Menge zugegeben werden kann, um unverbrannte Kraftstoffreste nachzuoxidieren zu können. Mit dem Ablaufen von Nachoxidationen wird unvollständig verbrannter Kraftstoff oxidativ umgesetzt. Die freiwerdende Reaktionswärme bringt das Abgasreinigungssystem, insbesondere stromab der Sekundärluftzugabestelle rasch auf Betriebstemperatur. Somit kann rasch eine wirksame Abgasreinigung erzielt werden. Insbesondere können schädliche Kohlenwasserstoffemissionen (HC-Emissionen) in der Startphase vermindert werden. Wird dagegen der Beginn der Kraftstoffeinspritzung nicht auf die Förderleistung der Pumpe abgestimmt, und beispielsweise Kraftstoff in die Brennräume der Brennkraftmaschine eingespritzt, bevor die Pumpe eine Mindestförderleistung aufweist, liegt für unverbrannten Kraftstoff im Abgassystem der für Nachoxidationen notwendige Luftsauerstoff als Reaktionspartner nicht in ausreichendem Maße vor, so dass mehr oder weniger große Mengen HC emittiert werden. Wird

dagegen im Verhältnis zur Förderleistung der Pumpe zu wenig Kraftstoff eingespritzt, so ist das für Nachoxidationen erforderliche Luft-/Kraftstoffverhältnis (λ) im Abgassystem zu groß, und Nachoxidationen können ebenfalls nicht ablaufen. Folge ist ein spätes Anspringen der Abgaskatalysatoren, so dass über eine verhältnismäßig lange Zeit Schadstoffe emittiert werden.

In Ausgestaltung der Erfindung ist die Turbine durch einen Teilstrom der von der Brennkraftmaschine über die Ansaugleitung angesaugten Verbrennungsluft antreibbar, wobei der Teilstrom durch ein über dem Drosselement vorhandenes Druckgefälle hervorgerufen wird. Durch diese Maßnahme können Zusatzaggregate zum Antrieb der Turbine des Gasfördersystems entfallen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist beim Startvorgang die Drehzahl der Brennkraftmaschine vor Beginn der Kraftstoffeinspritzung durch eine Ansteuerung der Brennkraftmaschine oder durch Ansteuerung eines der Brennkraftmaschine zugeordneten Nebenaggregats einstellbar. Vorzugsweise wird die Drehzahl der Brennkraftmaschine mit Beginn des Startvorgangs angehoben. Dies ermöglicht ein rasches Leersaugen des Saugrohrbereiches durch die Brennkraftmaschine und ein rasches Absinken des Saugrohrdrucks. Die je Ansaugtakt angesaugte Luftmasse verringert sich somit rasch, so dass mit Beginn der Kraftstoffeinspritzungen ein für den Brennkraftmaschinenbetrieb und für Nachoxidationen günstiges Luft-/Kraftstoffverhältnis eingestellt werden kann. Wenn die Turbine des Gasfördersystems durch das über dem Drosselement im Saugrohr vorhandene Druckgefälle angetrieben wird, erreicht durch die erfindungsgemäße Maßnahme die Pumpe zudem rasch eine ausreichende Förderleistung. Folglich kann bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt der Startphase Sekundärluft in ausreichender Menge in das Abgassystem gefördert werden, wodurch wiederum rasch eine effektive Abgasreinigung erfolgen kann.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist das Drossel-element in der Ansaugleitung in Abhängigkeit von einem Druck in der Ansaugleitung einstellbar. Insbesondere wenn die Turbine des Gasfördersystems durch das über dem Drossel-element im Saugrohr vorhandene Druckgefälle angetrieben wird, kann je nach der von der Brennkraftmaschine angesaugten Luftmenge das Drosselement so eingestellt werden, dass die Turbine des Gasfördersystems rasch Drehzahl aufnimmt. Damit erreicht die Pumpe ebenfalls rasch eine ausreichende Förderleistung.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist die Turbine durch einen Luftstrom antreibbar, welcher von einer Gasfördereinheit erzeugt wird, die in der Turbineneinlassleitung oder in der Turbinenauslassleitung angeordnet ist, bzw. an die Turbineneinlassleitung oder an die Turbinenauslassleitung angeschlossen ist. Mit dieser Maßnahme kann das Hochlaufen der Turbine und damit eine ausreichende Förderleistung der Pumpe unabhängig von dem über dem Drosselement in der Ansaugleitung anstehenden Differenzdruck erreicht werden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist die Gasfördereinheit als elektrisch angetriebene Gasfördereinheit ausgebildet. Der elektrische Antrieb der Gasfördereinheit gestattet eine genaue Ansteuerung dieser Einheit und damit des gesamten Gasfördersystems.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist die Gasfördereinheit als ein in der Turbinenauslassleitung angeordneter evakuierbarer Gasbehälter ausgebildet. Wird der evakuierte Gasbehälter geöffnet, wird Luft über die Turbine in den Behälter gezogen und die Turbine damit angetrieben. Dabei ist praktisch keine Hilfsenergie aufzuwenden. Die erfindungsgemäße Maßnahme ermöglicht daher in einfacher Weise einen vom

Differenzdruck über dem Drosselement unabhängigen Betrieb des Gasfördersystems.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist der von der Pumpe geförderte Gasstrom in Abhängigkeit eines Luft-/Kraftstoffverhältnisses im Abgassystem einstellbar. Der geförderte Gasstrom wird vorzugsweise so eingestellt, dass für die Nachoxidation vorteilhafte Bedingungen stromab der Sekundärluftzugabestelle vorliegen. Vorzugsweise wird die Einstellung so vorgenommen, dass sich ein λ -Wert von etwa 1,2 einstellt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist der von der Pumpe geförderte Gasstrom einem dem Abgassystem zugeordneten Abgassammler und/oder direkt einem dem Abgassystem zugeordneten katalytischen Konverter zuführbar. Damit kann dem Abgasreinigungssystem Sekundärluft dort zur Verfügung gestellt werden, wo günstige Bedingungen bezüglich des Ablaufens von Nachoxidationen vorliegen. Beim Brennkraftmaschinenstart wird die Sekundärluft vorzugsweise dem Abgassammler zugeführt. Wird die Brennkraftmaschine nach dem Startvorgang fett betrieben, kann zur Oxidation der unverbrannten Abgasbestandteile Sekundärluft eingangseitig eines in Unterbodenposition eingebauten Katalysators zugegeben werden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist der Pumpe über die Pumpeneinlassleitung Abgas zuführbar, und der von der Pumpe geförderte Abgasstrom ist der Ansaugleitung zuführbar. Damit wird durch das Gasfördersystem eine Abgasrückführung realisiert. Das Gasfördersystem erfüllt demnach neben der hauptsächlich in der Startphase vorgenommenen Sekundärluftzufuhr eine weitere Aufgabe und ist daher besser ausgenutzt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist von der Pumpe ein über die Pumpeneinlassleitung angeschlossener Unterdruckbehälter evakuierbar. Der im Unterdruckbehälter von der Pumpe erzeugte Unterdruck kann zum Antrieb von Servoeinheiten

verwendet werden. Das Gasfördersystem erfüllt damit eine weitere Aufgabe und ist besser ausgenutzt.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass bei einem Startvorgang der Brennkraftmaschine die Kraftstoffeinspritzmenge in Abhängigkeit von der Förderleistung der Pumpe eingestellt wird. Vorzugsweise wird mit der Kraftstoffeinspritzung begonnen, wenn die Pumpe eine Mindestförderleistung erreicht hat. Dadurch ist gewährleistet, dass keine unverbrannten Kraftstoffbestandteile in das Abgassystem gelangen, ohne dass zugleich zu deren Nachoxidation Luftsauerstoff zur Verfügung gestellt wird. Durch Anpassen der Kraftstoffeinspritzmenge an die Förderleistung der Pumpe wird für einen für Nachoxidationen optimalen λ -Wert im Abgassammler gesorgt.

In Ausgestaltung des Verfahrens wird beim Startvorgang vor dem Beginn der Kraftstoffeinspritzung das Drosselement überwiegend geschlossen gehalten und erst nach Erreichen einer Mindestförderleistung der Pumpe geöffnet. Dadurch wird erreicht, dass sehr rasch Bedingungen im Abgassystem erreicht werden, welche eine wirksame Nachoxidation von unverbrannten Kraftstoffbestandteilen ermöglichen.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens wird die Drehzahl der Brennkraftmaschine beim Startvorgang vor dem Beginn der Kraftstoffeinspritzung angehoben. Durch Erhöhung der Startdrehzahl kann die im Saugrohr vorhandene Luft rasch abgezogen werden, so dass sehr rasch sowohl für den Brennkraftmaschinenbetrieb als auch im Abgassystem günstige λ -Werte vorhanden sind. Die Startdrehzahl kann durch eine Verminderung der Kompressionsarbeit der Brennkraftmaschine erhöht werden. Vorzugsweise wird die Brennkraftmaschine entdrosselt, d.h. beim Kompressionstakt bleiben die Auslassventile für eine bestimmte Dauer oder ganz geöffnet. Vorteilhaft ist ferner eine Abschaltung oder Abkopplung von

Nebenaggregaten, welche durch die Brennkraftmaschine angetrieben werden.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens wird die Turbine wenigstens zeitweise von einem Luftstrom angetrieben, welcher von einer Gasfördereinheit, die in der Turbineneinlassleitung oder der Turbinenauslassleitung angeordnet bzw. an die Turbineneinlassleitung oder die Turbinenauslassleitung angeschlossen ist, gefördert wird. Damit kann ein rasches Hochlaufen der Turbine in der Anlaufphase unabhängig vom Differenzdruck über dem Drosselement in der Ansaugleitung erreicht werden und somit von der Pumpe sehr rasch Sekundärluft gefördert werden. Die Gasfördereinheit wird vorzugsweise von einer elektrisch betriebenen Pumpe oder von einem Druckbehälter bzw. Unterdruckbehälter gebildet.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens wird der von der Pumpe geförderte Luftstrom in Abhängigkeit von einem Luft-/Kraftstoffverhältnis im Abgassystem eingestellt. Damit wird erreicht, dass für die angestrebten Nachreaktionen günstige Bedingungen geschaffen werden und Nachreaktionen somit in der gewünschten Weise ablaufen können. Vorzugsweise wird im Abgassammler ein λ -Wert von 1,2 eingestellt.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens wird in Abhängigkeit vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine eine von wenigstens zwei Zugabestellen ausgewählt, an welcher der von der Pumpe geförderte Luftstrom dem Abgas zugegeben wird. Durch die Tatsache, dass Sekundärluft an wenigstens zwei Stellen dem Abgassystem zugeführt werden kann, kann flexibel auf die Bedingungen im Abgassystem, welche in erster Linie vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine abhängen, reagiert werden.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens wird mit dem von der Pumpe geförderten Luftstrom ein festlegbarer Teil des Abgassystems gekühlt, wenn ein vorgegebbarer Schwellenwert für

eine Temperatur im Abgassystem überschritten wird. Mit dieser Ausgestaltung der Erfindung erfüllt das Gasfördersystem zusätzlich eine Kühlfunktion, wodurch es besser ausgenutzt wird, das Abgassystem zuverlässiger betrieben werden kann, und anderweitige Kühlmaßnahmen entbehrlich werden.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens wird von der Pumpe wenigstens zeitweise Abgas dem Abgassystem entnommen und der Ansaugleitung zugeführt. Dabei wird der der Ansaugleitung zugeführte Abgasstrom vorzugsweise in Abhängigkeit vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine eingestellt. Damit wird vom Gasfördersystem eine Abgasrückföhrfunktion erfüllt, so dass die Abgasrückföhrung unabhängig von den Druckverhältnissen im Abgassystem und im Ansaugsystem der Brennkraftmaschine gestaltet werden kann. Durch die Abhängigkeit vom Betriebszustand kann die Abgasrückföhrmenge bedarfsgerecht eingestellt werden.

In weiterer Ausgestaltung des Verfahrens wird ein der Brennkraftmaschine zugeordneter Unterdruckbehälter zum Betrieb eines unterdruckbetriebenen Servosystems von der Pumpe über die Pumpeneinlassleitung evakuiert. Durch diese weitere Funktion des Gasfördersystems kann aus diesem System zusätzlicher Nutzen gezogen werden, und eine bauteilemäßige Vereinfachung erreicht werden.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen und zugehörigen Beispielen näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 Fig. 1 ein schematisches Blockbild einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine mit Gasfördersystem,

Fig. 2 ein schematisches Blockbild einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine mit Gasfördersystem,

- Fig. 3 ein schematisches Blockbild einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine mit Gasfördersystem,
- Fig. 4 ein schematisches Blockbild einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine mit Gasfördersystem,
- Fig. 5 ein schematisches Blockbild einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine mit Gasfördersystem.

In Fig. 1 ist eine hier beispielhaft als vierzylindriger, Hubkolbenmotor mit Fremdzündung ausgeführte Brennkraftmaschine 1, im Folgenden vereinfachend als Motor bezeichnet, mit zugeordnetem Gasfördersystem, Ansaugsystem und Abgassystem dargestellt. Der Motor 1 saugt beim Betrieb Luft über die Ansaugleitung 2 mit einem darin angeordneten Drossелеlement 6 an und gibt Abgas über den Abgassammler 3 und die angeschlossene Abgasleitung 4 an die Umgebung ab. In der Abgasleitung 4 ist ein katalytischer Konverter 5, im Folgenden abkürzend als Katalysator bezeichnet, zur Abgasreinigung angeordnet. Der Katalysator ist hier als motornah angeordneter Startkatalysator ausgebildet. Dem Motor 1 ist ein Gasfördersystem zugeordnet, welches eine Turbine 7 und eine Pumpe 8 umfasst. Die Pumpe 8 ist über eine Antriebswelle von der Turbine 7 antreibbar. An die Turbine 7 ist einlassseitig eine Turbineneinlassleitung 9 und auslassseitig eine Turbinenauslassleitung 10 angeschlossen. Das jeweils andere Ende der Leitungen 9, 10 ist stromauf, bzw. stromab des Drossелеlements 6 an die Ansaugleitung 2 angeschlossen, so dass die Turbine 7 parallel zum Drossелеlement geschaltet ist. Der von der Turbine 7 geförderte Luftstrom kann dabei von einem regelbaren Ventil 20 in der Turbinenauslassleitung 10 geregelt werden. An die Pumpe ist eingangsseitig eine hier mit der Umgebung in Verbindung stehende Pumpeneinlassleitung 11 angeschlossen. Auslassseitig ist eine sich zu den Zugabe-

stellen 13, 14 im Abgassammler 3, bzw. in der Abgasleitung 4 verzweigende Pumpenauslassleitung 12 an die Pumpe angeschlossen.

Dem Motor 1 ist ferner ein nicht näher angegebenes Einspritzsystem zur Einspritzung von Kraftstoff, entweder direkt in die Brennräume des Motors 1 oder in den Einlassbereich der einzelnen Zylinder, zugeordnet. Ferner verfügt der Motor 1 über ein nicht dargestelltes Motorsteuergerät zur Steuerung bzw. Regelung des Betriebs des Motors 1 und der dem Motor 1 zugeordneten Systeme. Hierfür sind im Ansaugsystem und im Abgassystem verschiedene nicht dargestellte Sensoren und Messaufnehmer, wie beispielsweise Drucksensoren, ein Luftmassenmesser in der Ansaugleitung 2 und Abgas- und Temperatursensoren in der Abgasleitung 4, angeordnet. Die Signale der Sensoren werden vom Motorsteuergerät erfasst und ausgewertet. Dem Motor 1 ist weiter ein nicht dargestellter Anlasser zugeordnet, dessen Betrieb den Startvorgang einleitet und bis zum autarken Motorbetrieb aufrechterhält.

Nachfolgend wird die Betriebsweise der in Fig. 1 dargestellten Anlage erläutert.

In einem ersten Einsatzgebiet wird das Gasfördersystem zur Erreichung eines emissionsarmen Starts bzw. Warmlaufs des Motors 1 eingesetzt. Hierfür ist wesentlich, dass der in der Abgasleitung 4 angeordnete Katalysator 5 möglichst rasch eine ausreichende Wirksamkeit, d.h. seine sogenannte Anspringtemperatur, erreicht. Zu diesem Zweck wird der Motor ab einem bestimmten Zeitpunkt des Startvorgangs mit fettem Luft-/Kraftstoffverhältnis betrieben und die reduzierenden Bestandteile im dabei erhaltenen fetten Abgas durch eine Nachoxidation stromauf des Katalysators 5 verbrannt. Im Folgenden wird das Luft-/Kraftstoffverhältnis des dem Motor 1 zugeführten Gemisches als Motor- λ bzw. λ_M bezeichnet. Die bei der Nachoxidation frei werdende Verbrennungswärme erwärmt den Katalysator 5, so dass dieser rasch seine Reinigungsfunktion

erfüllen kann. Durch Zufuhr von Sekundärluft erhält das Abgas den für das Ablaufen der Nachoxidation notwendigen Sauerstoffanteil. Die Zufuhr von Sekundärluft erfolgt über die von der Turbine 7 angetriebene Pumpe 8. Durch Betätigung einer nicht dargestellten Schalteinheit in der Pumpenauslassleitung 12 wird die Zugabestelle 13 im Abgassammler 3 für die Sekundärluftzugabe freigegeben und die Zugabestelle 14 abgesperrt. Zum Antrieb der Turbine wird das über dem Drosselelement 6 vorhandene Druckgefälle genutzt, welches von der Strömung der vom Motor 1 angesaugten Luft hervorgerufen wird. Dieses Druckgefälle wirkt über die Turbineneinlassleitung 9 und die Turbinenauslassleitung 10 und verursacht daher eine Luftströmung über die Turbine 7 und damit einen Antrieb der Turbine 7 und der angekoppelten Pumpe 8.

Vorraussetzung für das Ablaufen der Nachoxidationen ist das Vorliegen eines brennbaren Gemisches. Somit ist für einen emissionsarmen Motorstart die Abstimmung von Kraftstoffeinspritzmenge und Sekundärluftförderung von Bedeutung. Dabei wird ein möglichst frühes Einsetzen der Nachoxidationen beim Start des Motors 1 angestrebt.

Erfindungsgemäß wird beim Startvorgang die Kraftstoffeinspritzmenge in Abhängigkeit von der Förderleistung der Pumpe 8 eingestellt. Vorzugsweise wird mit Beginn des Anlassvorgangs zunächst kein Kraftstoff eingespritzt, da zu diesem Zeitpunkt von der Pumpe 8 noch keine Sekundärluft gefördert wird. Der Grund hierfür ist das zunächst noch fehlende bzw. zu geringe Druckgefälle über dem Drosselelement 6. Da beim Anlassvorgang die Drehzahl des Motors 1 mit typischerweise etwa 200 1/min vergleichsweise gering ist, findet der Aufbau eines Druckgefälles über dem Drosselelement vergleichsweise langsam statt. Um den Druckaufbau zu beschleunigen, wird das Drosselelement in Abhängigkeit von dem stromab des Drosselements 6 in der Ansaugleitung 2 vorhandenen Unterdruck eingestellt. Vorzugsweise wird beim

Startvorgang bei fehlendem Unterdruck das Drosselelement ganz geschlossen. Dies ist unmittelbar bei Beginn des Startvorgangs der Fall. Dadurch wird erreicht, dass die Luft im Leitungsvolumen zwischen Drosselelement 6 und Lufteinlass der Motorzylinder rasch vom Motor abgezogen wird. Somit baut sich rasch ein Differenzdruck über dem Drosselelement 6 auf, die Turbine 7 nimmt entsprechend rasch Drehzahl auf, und die Pumpe 8 fördert entsprechend rasch Sekundärluft.

Vorzugsweise wird mit der Kraftstoffeinspritzung erst begonnen, wenn die Pumpe 8 eine Mindestförderleistung erreicht hat, was beispielsweise mit Hilfe eines Drehzahlsensors an der Pumpe 8 festgestellt werden kann. Die Zeitspanne von Beginn der Anlasserbetätigung bis zum Beginn der Kraftstoffeinspritzung kann in vorteilhafter Weise auch zeitgesteuert eingestellt werden. Dabei kann beispielsweise auf eine im Motorsteuergerät abgelegte Tabelle zurückgegriffen werden, in welcher die Zeitspannen bis zum Beginn der Kraftstoffeinspritzung abgelegt sind. Dabei können zusätzlich die Kühlmitteltemperatur des Motors 1 oder die Umgebungstemperatur berücksichtigt werden.

Die je Zeiteinheit eingespritzte Kraftstoffmenge wird vorzugsweise so eingestellt, dass sich ein Motor- λ von etwa $\lambda_M = 0,8$ ergibt. Damit liegt in den Brennräumen des Motors 1 ein zündfähiges Gemisch vor, und der Motor 1 kann ohne Anlasserunterstützung weiterlaufen. Mit Beginn dieses autarken Motorlaufs steigt die Motordrehzahl, die angesaugte Luftmenge und das Druckgefälle über dem Drosselelement 6 an. Entsprechend der unterdruckabhängigen Einstellung wird das Drosselelement 6 mit Erreichen eines vorgebbaren Unterdruckwerts geöffnet. Die von der Pumpe 8 in den Abgas-sammler 3 geförderte Sekundärluftmenge wird mit Hilfe des

Einstellventils 20 in der Turbinenauslassleitung 10 so begrenzt, dass sich für den Ablauf von Nachoxidationen günstige Verhältnisse im Abgassammler 3 ergeben. Vorzugsweise wird die Sekundärluftmenge so eingestellt, dass sich für das Abgas ein Luft-/Kraftstoffverhältnis, im Folgenden als Abgas- λ bzw. λ_A bezeichnet, von etwa $\lambda_A = 1,2$ eingestellt.

Die Zeitspanne bis zur Förderung einer ausreichenden Sekundärluftmenge kann noch weiter verkürzt werden, wenn die Startdrehzahl des Motors 1 beim Anlassvorgang angehoben wird. Dies wird erfindungsgemäß durch Verminderung der Kompressionsarbeit des Motors 1 erreicht. Bei variablem Verdichtungsverhältnis wird dieses in der Anlassphase des Startvorgangs vermindert. Vorteilhaft ist ferner ein Entdrosseln des Motors 1 durch Öffnen der Auslassventile im Kompressionstakt. Ebenfalls vorteilhaft ist das zeitweise Abkoppeln von Nebenaggregaten, welche vom Motor 1 angetrieben werden. Beispielsweise können ein Generator oder eine Kühlmittelpumpe abgekoppelt werden. Dadurch vermindert sich die mechanische Verlustleistung des Motors 1 und die Drehzahl beim Anlassvorgang wird angehoben.

Nach Erreichen eines stabilen und autarken Motorlaufs und der Anspringtemperatur des Startkatalysators 5 kann der Startvorgang als beendet angesehen werden, und die Sekundärluftzugabe in den Abgassammler 3 wird beendet. Die Beendigung der Sekundärluftzugabe kann durch Schließen des Einstellventils 20 oder Schließen eines nicht dargestellten Schaltmittels in der Pumpenauslassleitung 12 erfolgen.

In einem weiteren Einsatzgebiet wird das Gasfördersystem zur Emissionsminderung bei fettem Betrieb des Motors 1 außerhalb des Startvorgangs, beispielsweise bei Beschleunigungsvor-

gängen oder bei Volllast, eingesetzt. Unter diesen Bedingungen liegt ein zum Betrieb der Turbine 7 ausreichendes Druckgefälle über dem Drosselement vor. Von der Pumpe 8 wird bei diesem Einsatzfall des Gasfördersystems Sekundärluft an der Zugabestelle 14 eingangsseitig eines in diesem Fall vorzugsweise motorfern angeordneten Katalysators 5 ins Abgas geleitet. Dabei wird ein Abgas- λ von etwa $\lambda_A = 1,0$ eingestellt. Unter diesen Bedingungen werden reduzierende Abgasbestandteile vom Katalysator 5 oxidiert und eine Schadstoffverminderung auch bei Beschleunigungs- oder Volllastbetrieb erreicht.

In einem weiteren Einsatzgebiet wird das Gasfördersystem zur Kühlung eines Teils des Abgassystems eingesetzt. Beispielsweise kann von der Pumpe 8 vergleichsweise kühle Umgebungsluft in den Luftspalt eines luftspaltisolierten Abgassammlers oder Katalysatorgehäuses geblasen werden. Vorzugsweise wird diese Funktion des Gasfördersystems bei Überschreiten einer maßgebenden Temperatur im Abgassystem aktiviert. Somit wird eine Überhitzung bzw. Schädigung des Abgassystems vermieden und die Funktion von reinigungswirksamen Komponenten aufrechterhalten.

Fig. 2 zeigt schematisch die Anordnung des Motors 1 und des Gasfördersystems in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform. Die Bezeichnung wirkungsgleicher Bauteile entspricht dabei der in Fig. 1. Zusätzlich zu der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform ist dem Gasfördersystem hier eine weitere Gasfördereinheit zugeordnet. Diese ist als elektrisch angetriebene Luftpumpe 15 ausgebildet, welche an einen Abzweig der Turbineneinlassleitung 9 angeschlossen ist. Außerdem ist in der Turbineneinlassleitung 9 ein Absperrventil 21 vorgesehen, mit welchem die Verbindung zur

Ansaugleitung 2 stromauf des Drosselements 6 abgesperrt werden kann. Mit Hilfe der Luftpumpe 15 kann ein schnelleres Anlaufen der Turbine 7 beim Startvorgang des Motors 1 erreicht werden. Hierzu wird mit Beginn des Anlassvorgangs das Absperrventil 21 geschlossen, das Ventil 20 geöffnet und die Luftpumpe eingeschaltet. Somit wird praktisch sofort mit Beginn des Startvorgangs Luft über die Turbine 7 gefördert. Folglich kann unabhängig vom Differenzdruckaufbau über dem Drosselement 6 bereits nach kurzer Zeit eine für Nachoxidationen ausreichende Sekundärluftmenge dem Abgassammler 3 zugeführt werden, und die Kraftstoffeinspritzung wird wie in der Ausführungsform der Fig. 1 vorgenommen. Ist ein ausreichender Differenzdruck über dem Drosselement 6 aufgebaut, wird die Luftpumpe abgeschaltet und das Absperrventil 21 geöffnet. Die Turbine 7 wird dann mit dem durch die Leitungen 9, 10 strömenden Luftstrom angetrieben, der durch den Differenzdruck über dem Drosselement 6 hervorgerufen wird. Alle weiteren Funktionen des Gasfördersystems sind analog zur Ausführungsform der Fig. 1 vorhanden.

Fig. 3 zeigt schematisch die Anordnung des Motors 1 und des Gasfördersystems in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform. Die Bezeichnung wirkungsgleicher Bauteile entspricht dabei der in Fig. 1. Zusätzlich zu der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform ist dem Gasfördersystem hier eine weitere Gasfördereinheit zugeordnet. Diese ist als evakuierbarer Gasbehälter 16 ausgebildet, welcher in einem Nebenzweig der Turbinenauslassleitung 10 angeordnet ist. Der Gasbehälter ist eingangsseitig bzw. ausgangsseitig mit einem Absperrventil 22 bzw. 23 absperrbar. Mit Hilfe des evakuierten Gasbehälters 16 kann ein schnelleres Anlaufen der Turbine 7 beim Startvorgang des Motors 1 erreicht werden. Hierzu wird mit Beginn des Anlassvorgangs das Absperrventil 22 einlassseitig des evakuierten Gasbehälters 16 geöffnet. Die Ventile 20 und

23 bleiben geschlossen. Somit wird praktisch sofort mit Beginn des Startvorgangs Luft über die Turbine 7 in den evakuierten Gasbehälter 16 gefördert. Folglich kann unabhängig vom Differenzdruckaufbau über dem Drosselement 6 bereits nach kurzer Zeit eine für Nachoxidationen ausreichende Sekundärluftmenge dem Abgassammler 3 zugeführt werden, und die Kraftstoffeinspritzung wird wie in der Ausführungsform der Fig. 1 vorgenommen. Ist ein ausreichender Differenzdruck über dem Drosselement 6 aufgebaut, wird das Ventil 20 geöffnet, und das Ventil 22 geschlossen. Die Turbine 7 wird dann mit dem Luftstrom durch die Turbineneinlassleitung 9 und den mit dem Ventil 20 versehenen Abzweig der Turbinenauslassleitung 10 angetrieben. Der Luftstrom wird nun durch den Differenzdruck über dem Drosselement 6 hervorgerufen. Damit unabhängig vom Differenzdruckaufbau über dem Drosselement 6 ein rascher Turbinenhochlauf erfolgen kann, muss der Gasbehälter 16 naturgemäß eine ausreichende Größe aufweisen. Alle weiteren Funktionen des Gasfördersystems sind analog zur Ausführungsform der Fig. 1 vorhanden. Für eine erneute Evakuierung des Gasbehälters 16 wird bei normalem Motorbetrieb das Ventil 23 geöffnet und das Ventil 22 geschlossen. Insbesondere bei einem Motorbetriebspunkt mit großem Unterdruck stromab des Drosselements 6, wie beispielsweise bei einem Schiebebetrieb mit hoher Drehzahl, kann der Gasbehälter 16 für einen neuen Startvorgang ausreichend evakuiert werden.

Fig. 4 zeigt schematisch die Anordnung des Motors 1 und des Gasfördersystems in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform. Die Bezeichnung wirkungsgleicher Bauteile entspricht dabei der in Fig. 1. Mit der in Fig. 4 dargestellten Ausführungsform kann zusätzlich zu den Funktionen der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform eine Abgasrückführung realisiert werden. Hierzu verfügt das Gasfördersystem über eine mit einem Ventil 24 versehenen Abzweig der Pumpeneinlassleitung 11, welcher mit der Abgasleitung 4 in Verbindung

steht. Der mit der Umgebung in Verbindung stehende Teil der Pumpeneinlassleitung 11 ist durch das darin angeordnete Ventil 25 ebenfalls absperrbar. Weiter ist ein stromab des Drosselements 6 in die Ansaugleitung 2 führender Abzweig der Pumpenauslassleitung 12 vorgesehen. Dieser Abzweig kann durch das einstellbare Ventil 26 ebenfalls abgesperrt werden. Wird das Gasfördersystem nicht zur Sekundärluftförderung benötigt, kann bei normalem Motorbetrieb von der Pumpe 8 Abgas an der Zugabestelle 18 in die Ansaugleitung 2 gefördert werden. Hierzu wird das Ventil 24 geöffnet und das Ventil 25 geschlossen. Das Ventil 26 wird entsprechend der zu realisierenden Abgasrückführrate geöffnet. Die Pumpe 8 wird wie oben beschrieben durch den vom Differenzdruck über dem Drosselement 6 verursachten Luftstrom über die Turbine 7 angetrieben. Gegenüber üblichen Abgasrückführsystemen mit passiver Abgasrückführung, bei denen die rückgeführte Abgasmenge durch den zwischen Abgasleitung und Ansaugleitung vorhandenen Differenzdruck bestimmt wird, kann mit der Ausführungsform der Fig. 4 eine höhere Abgasrückführrate realisiert werden. Der Grund hierfür ist die durch die Pumpe 8 realisierte, aktive Abgasförderung. Alle weiteren Funktionen des Gasfördersystems sind analog zur Ausführungsform der Fig. 1 vorhanden.

Fig. 5 zeigt schematisch die Anordnung des Motors 1 und des Gasfördersystems in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform. Die Bezeichnung wirkungsgleicher Bauteile entspricht dabei der in Fig. 1. Im Vergleich zu der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform ist die Pumpeneinlassleitung 11 hier an einen evakuierbaren Gasbehälter 17 angeschlossen. Eine über ein Ventil 27 absperrbare Verbindung zur Umgebung besteht weiterhin. Wird das Gasfördersystem nicht zur Sekundärluftförderung benötigt, kann bei normalem Motorbetrieb von der Pumpe 8 der Gasbehälter evakuiert werden. Hierzu wird das Ventil 27 geschlossen. Die aus dem Gasbehälter 17 abgezogene Luft kann über die Pumpenauslassleitung 12 dem Abgas zugeführt werden oder über

einen nicht dargestellten Abzweig an die Umgebung abgegeben werden. Mit dem im Gasbehälter 17 erzeugten Unterdruck können hier nicht näher angegebene, an den Gasbehälter 17 angeschlossene, unterdruckbetriebene Servosysteme betrieben werden. Alle weiteren Funktionen des Gasfördersystems sind analog zur Ausführungsform der Fig. 1 vorhanden.

Mit den erfindungsgemäßen Ausführungsformen von Brennkraftmaschine und Gasfördersystem lässt sich, wie dargestellt, ein emissionsarmer Betrieb der Brennkraftmaschine realisieren. Durch die zusätzlich zur Sekundärluftförderung vorhandenen Funktionen des Gasfördersystems wird dieses besser ausgenutzt, und Bauteile können eingespart werden. Dabei versteht sich, dass im Rahmen der Erfindung durch zusätzliche Leitungen oder Ventile im Gasfördersysteme Abwandlungen der dargestellten Ausführungsformen möglich sind.

DaimlerChrysler AG

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschine mit Kraftstoffeinspritzung, mit einer Ansaugleitung (2) in der ein Drosselement (6) angeordnet ist, einem Abgassystem (3, 4, 5) und einem Gasfördersystem mit
 - einer durch einen Luftstrom antreibbaren Turbine (7), an welche eine Turbineneinlassleitung (9) und eine Turbinenauslassleitung (10) angeschlossen ist und
 - einer durch die Turbine (7) antreibbaren Pumpe (8) mit einer Pumpeneinlassleitung (11) und einer Pumpenauslassleitung (12), über welche dem Abgassystem (3, 4, 5) von der Pumpe (8) gefördertes Gas zuführbar ist,,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass bei einem Startvorgang der Brennkraftmaschine (1) deren Kraftstoffeinspritzmenge in Abhängigkeit von der Förderleistung der Pumpe (8) einstellbar ist.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Turbine (7) durch einen Teilstrom der von der Brennkraftmaschine (1) über die Ansaugleitung (2) angesaugten Verbrennungsluft antreibbar ist, wobei der Teilstrom durch ein über dem Drosselement (6) vorhandenes Druckgefälle hervorgerufen wird.
3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass beim Startvorgang die Drehzahl der Brennkraftmaschine

- (1) vor Beginn der Kraftstoffeinspritzung durch eine Ansteuerung der Brennkraftmaschine (1) oder durch Ansteuerung eines der Brennkraftmaschine (1) zugeordneten Nebenaggregats einstellbar ist.
4. Brennkraftmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass beim Startvorgang das Drosselelement (6) in Abhängigkeit von einem Druck in der Ansaugleitung (2) einstellbar ist.
5. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Turbine (7) durch einen Luftstrom antreibbar ist, welcher von einer Gasfördereinheit (15; 16) erzeugt wird, die in der Turbineneinlassleitung (9) oder in der Turbinenauslassleitung (10) angeordnet ist, bzw. an die Turbineneinlassleitung (9) oder an die Turbinenauslassleitung (10) angeschlossen ist.
6. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Gasfördereinheit als elektrisch angetriebene Gasfördereinheit (15) ausgebildet ist.
7. Brennkraftmaschine nach Anspruch 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Gasfördereinheit als ein in der Turbinenauslassleitung (10) angeordneter evakuierbarer Gasbehälter (16) ausgebildet ist.
8. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der von der Pumpe (8) geförderte Gasstrom in Abhängigkeit eines Luft-/Kraftstoffverhältnisses im Abgassystem (3, 4, 5) einstellbar ist.

9. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der von der Pumpe (8) geförderte Gasstrom einem dem
Abgassystem (3, 4, 5) zugeordneten Abgassammler (3)
und/oder direkt einem dem Abgassystem (3, 4, 5)
zugeordneten katalytischen Konverter (5) zuführbar ist.
10. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Pumpe (8) über die Pumpeneinlassleitung (11) Abgas
zuführbar ist, und der von der Pumpe (8) geförderte
Abgasstrom der Ansaugleitung (2) zuführbar ist.
11. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass von der Pumpe (8) ein über die Pumpeneinlassleitung
(11) angeschlossener Unterdruckbehälter (17) evakuierbar
ist.
12. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit
Kraftstoffeinspritzung und mit
- einer Ansaugleitung (2) in der ein Drosselement (6)
angeordnet ist,
- einem Abgassystem (3, 4, 5) und
- einem Gasfördersystem, welches eine durch einen
Luftstrom antreibbaren Turbine (7) und eine durch die
Turbine (7) antreibbaren Pumpe (8) umfasst,
bei welchem wenigstens bei einem Startvorgang dem
Abgassystem (3, 4, 5) von der Pumpe (8) gefördertes Gas
zugeführt wird,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass beim Startvorgang der Brennkraftmaschine (1) die
Kraftstoffeinspritzmenge in Abhängigkeit von der
Förderleistung der Pumpe (8) eingestellt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
beim Startvorgang vor dem Beginn der Kraftstoffeinspritzung das Drosselelement (6) überwiegend geschlossen gehalten wird und erst nach Erreichen einer Mindestförderleistung der Pumpe geöffnet wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Drehzahl der Brennkraftmaschine (1) beim Startvorgang vor dem Beginn der Kraftstoffeinspritzung angehoben wird.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Turbine (7) wenigstens zeitweise von einem Luftstrom angetrieben wird, welcher von einer Gasfördereinheit (15; 16), die in der Turbineneinlassleitung (9) oder der Turbinenauslassleitung (10) angeordnet bzw. an die Turbineneinlassleitung (9) oder die Turbinenauslassleitung (10) angeschlossen ist, gefördert wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass der von der Pumpe (8) geförderte Luftstrom in Abhängigkeit von einem Luft-/Kraftstoffverhältnis im Abgassystem (3, 4, 5) eingestellt wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass in Abhängigkeit vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine (1) eine von wenigstens zwei Zugabestellen (13, 14) im Abgassystem (3, 4, 5) ausgewählt

wird, an welcher der von der Pumpe (8) geförderte Luftstrom dem Abgas zugegeben wird.

18. Verfahren nach Anspruch 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass mit dem von der Pumpe (8) geförderten Luftstrom ein festlegbarer Teil des Abgassystems (3, 4, 5) gekühlt wird, wenn ein vorgegebbarer Schwellenwert für eine Temperatur im Abgassystem (3, 4, 5) überschritten wird.

19. Verfahren nach Anspruch 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass von der Pumpe (8) wenigstens zeitweise Abgas dem Abgassystem (3, 4, 5) entnommen und der Ansaugleitung (2) zugeführt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass ein der Brennkraftmaschine (1) zugeordneter Unterdruckbehälter (17) zum Betrieb eines unterdruckbetriebenen Servosystems von der Pumpe (8) über die Pumpeneinlassleitung (11) evakuiert wird.

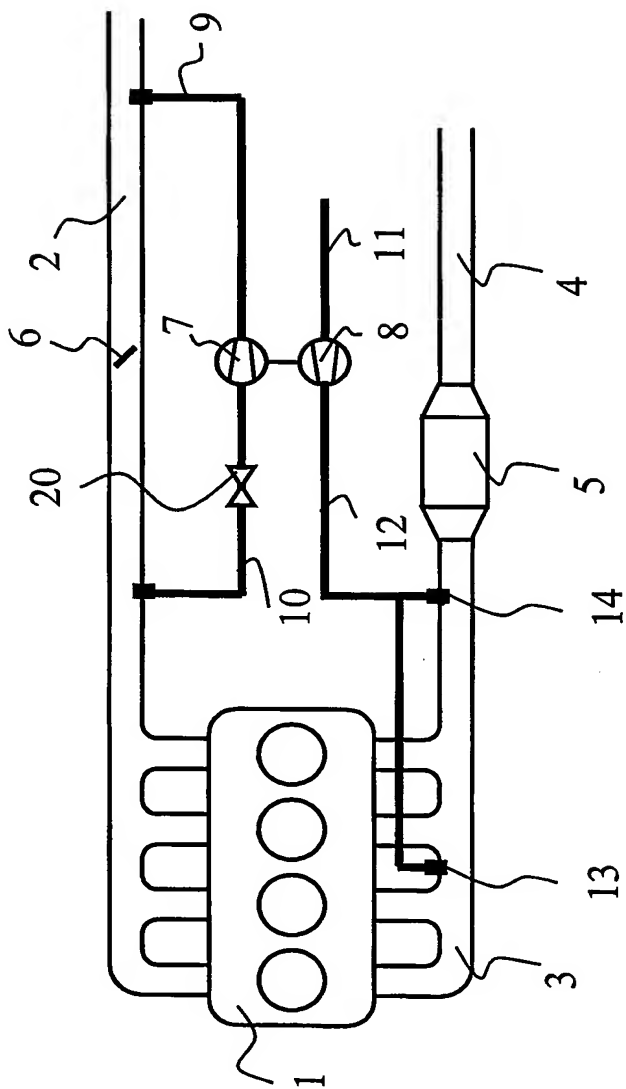


Fig. 1

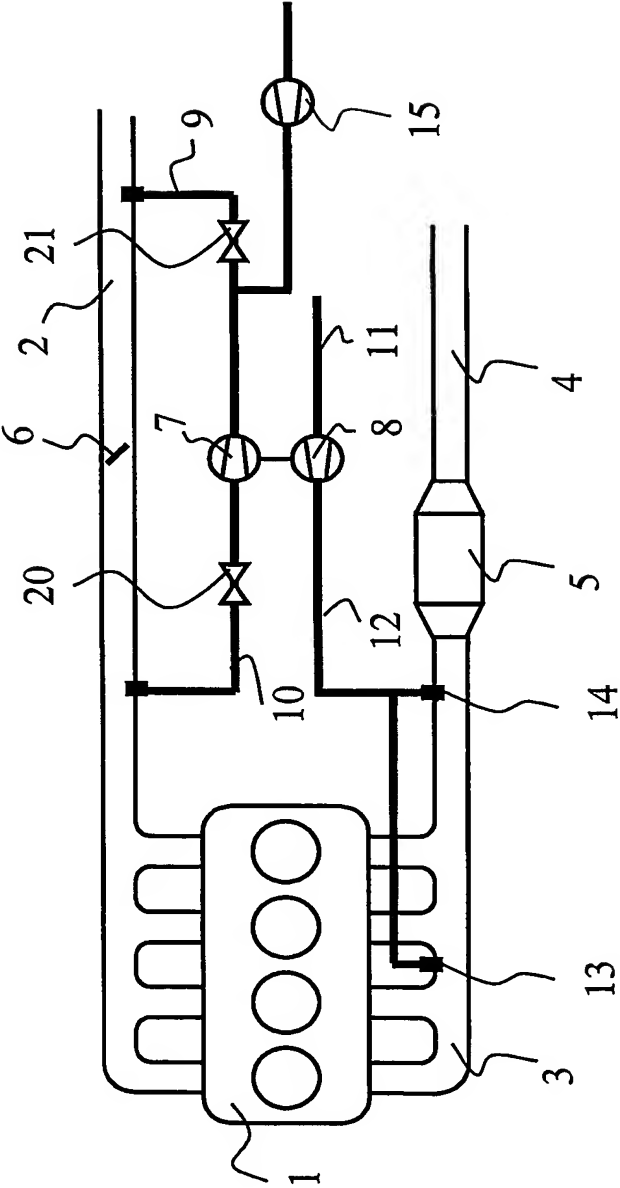


Fig. 2

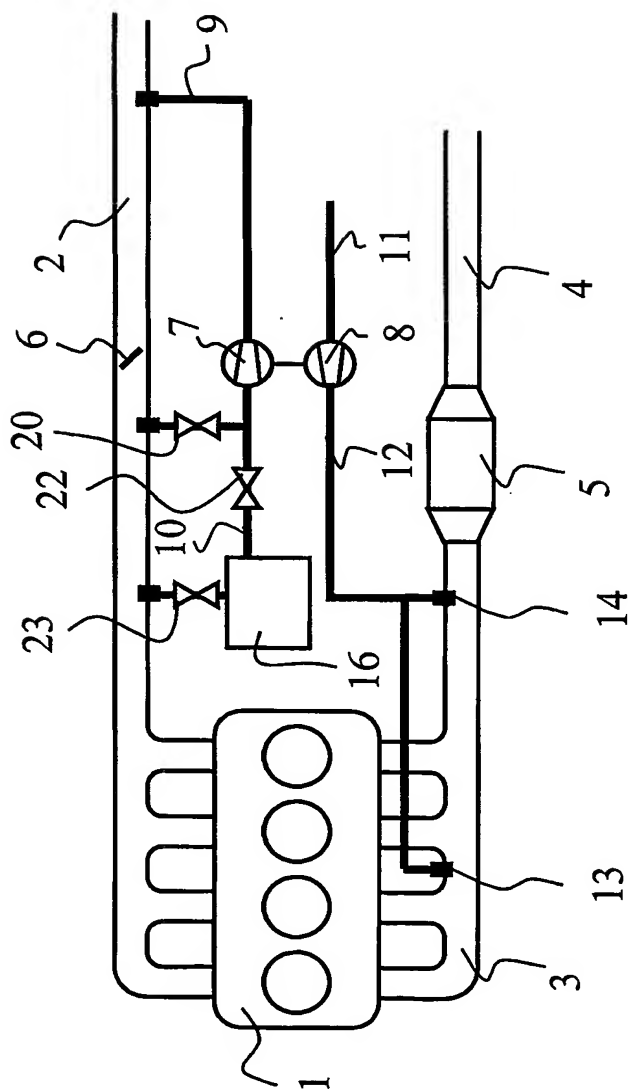


Fig. 3

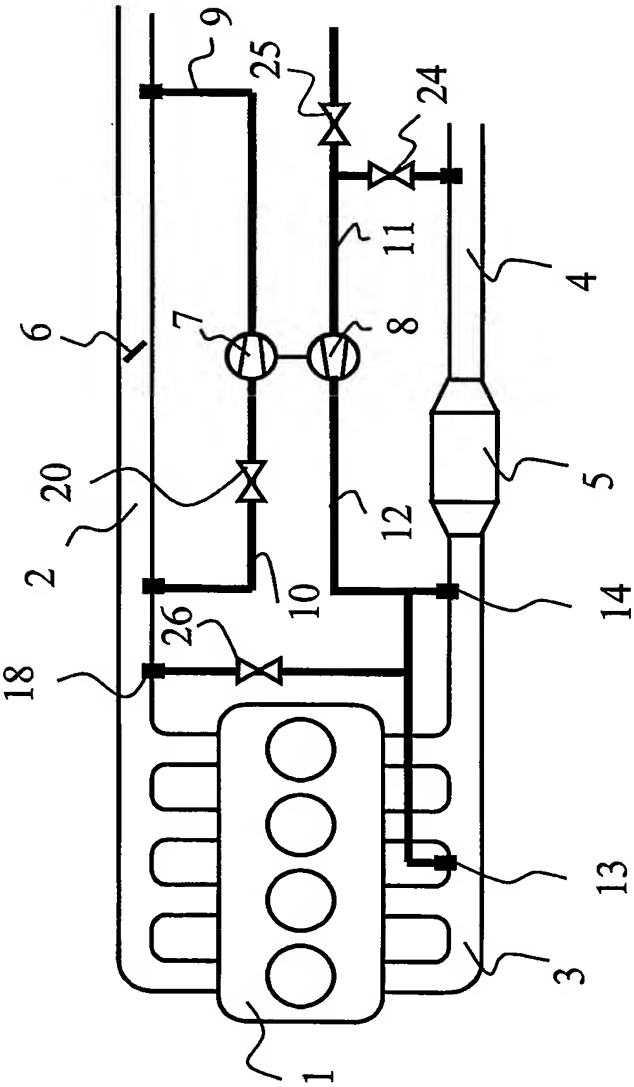


Fig. 4

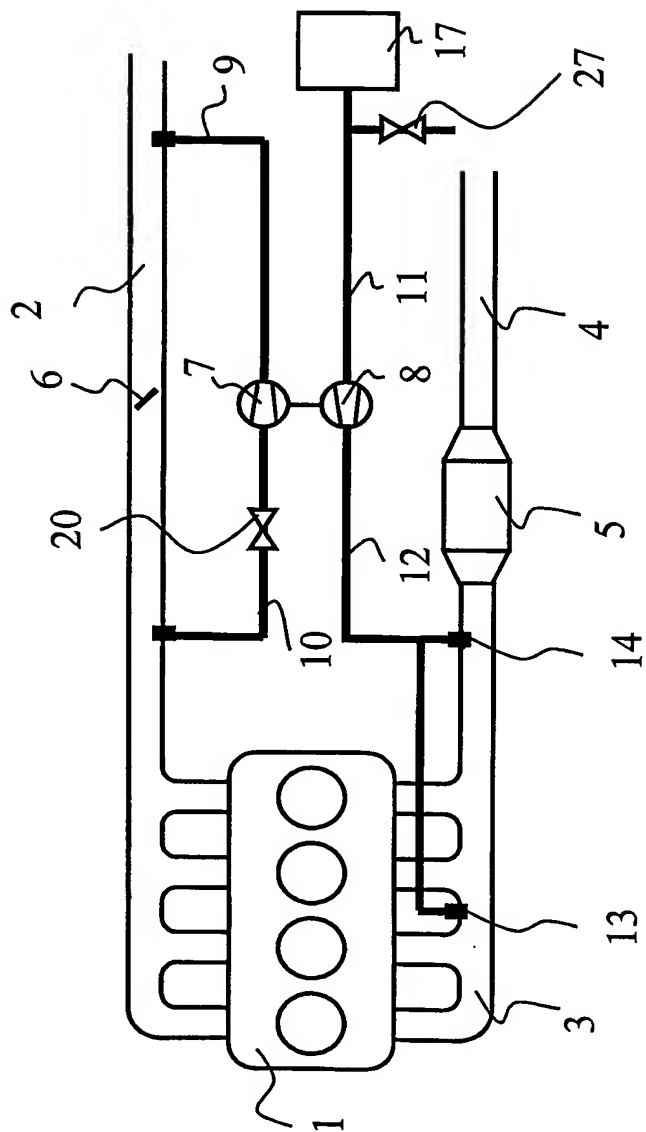


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/09646

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F01N3/32 F02D9/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F01N F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 100 64 481 A (MANN & HUMMEL FILTER) 4 July 2002 (2002-07-04) column 5, line 10 -column 6, line 19; figure 1	1,12
A	DE 199 37 781 A (MANN & HUMMEL FILTER) 15 February 2001 (2001-02-15) column 5, line 15 -column 6, line 22; figure 1	1,12
A	US 6 334 436 B1 (PAFFRATH HOLGER ET AL) 1 January 2002 (2002-01-01) column 4, line 65 -column 5, line 67; figure 1	1,12
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

13 November 2003

Date of mailing of the International search report

21/11/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Marsano, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 03/09646

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 205 120 A (WEINING HANS-KARL ET AL) 27 April 1993 (1993-04-27) column 2, line 34 -column 3, line 48; figure 1 -----	1,12
A	US 6 354 078 B1 (BLOMROOS MAGNUS ET AL) 12 March 2002 (2002-03-12) column 10, line 48 -column 12, line 15; figure 4 -----	1,12
A	DE 100 05 888 A (MANN & HUMMEL FILTER) 16 August 2001 (2001-08-16) column 8, line 5 -column 9, line 48; figures 1-3 -----	1,12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/09646

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
DE 10064481	A	04-07-2002	DE	10064481 A1	04-07-2002
			WO	02052130 A1	04-07-2002
DE 19937781	A	15-02-2001	DE	19937781 A1	15-02-2001
			WO	0111208 A1	15-02-2001
			EP	1203142 A1	08-05-2002
US 6334436	B1	01-01-2002	DE	19947498 A1	05-04-2001
			EP	1088970 A2	04-04-2001
			JP	2001152845 A	05-06-2001
US 5205120	A	27-04-1993	DE	4041628 A1	02-07-1992
			FR	2670837 A1	26-06-1992
			GB	2251027 A , B	24-06-1992
			IT	1250956 B	24-04-1995
			JP	2632268 B2	23-07-1997
			JP	4301180 A	23-10-1992
US 6354078	B1	12-03-2002	US	6041593 A	28-03-2000
			AU	2654597 A	29-09-1998
			EP	0983424 A1	08-03-2000
			WO	9840611 A1	17-09-1998
DE 10005888	A	16-08-2001	DE	10005888 A1	16-08-2001
			WO	0159273 A1	16-08-2001
			EP	1254306 A1	06-11-2002
			JP	2003524731 T	19-08-2003
			US	2003167751 A1	11-09-2003

INTERNATIONAL RESEARCH REPORT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/09646

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F01N3/32 F02D9/02

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F01N F02D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 100 64 481 A (MANN & HUMMEL FILTER) 4. Juli 2002 (2002-07-04) Spalte 5, Zeile 10 - Spalte 6, Zeile 19; Abbildung 1	1, 12
A	DE 199 37 781 A (MANN & HUMMEL FILTER) 15. Februar 2001 (2001-02-15) Spalte 5, Zeile 15 - Spalte 6, Zeile 22; Abbildung 1	1, 12
A	US 6 334 436 B1 (PAFFRATH HOLGER ET AL) 1. Januar 2002 (2002-01-01) Spalte 4, Zeile 65 - Spalte 5, Zeile 67; Abbildung 1	1, 12
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. November 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

21/11/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Marsano, F

INTERNATIONAL RESEARCH REPORT

International Patent Office

PCT/EP 03/09646

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 205 120 A (WEINING HANS-KARL ET AL) 27. April 1993 (1993-04-27) Spalte 2, Zeile 34 -Spalte 3, Zeile 48; Abbildung 1	1,12
A	US 6 354 078 B1 (BLOMROOS MAGNUS ET AL) 12. März 2002 (2002-03-12) Spalte 10, Zeile 48 -Spalte 12, Zeile 15; Abbildung 4	1,12
A	DE 100 05 888 A (MANN & HUMMEL FILTER) 16. August 2001 (2001-08-16) Spalte 8, Zeile 5 -Spalte 9, Zeile 48; Abbildungen 1-3	1,12

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationaler Patentzeichen

PCT/EP 03/09646

Im Rechenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10064481 A	04-07-2002	DE 10064481 A1 WO 02052130 A1	04-07-2002 04-07-2002
DE 19937781 A	15-02-2001	DE 19937781 A1 WO 0111208 A1 EP 1203142 A1	15-02-2001 15-02-2001 08-05-2002
US 6334436 B1	01-01-2002	DE 19947498 A1 EP 1088970 A2 JP 2001152845 A	05-04-2001 04-04-2001 05-06-2001
US 5205120 A	27-04-1993	DE 4041628 A1 FR 2670837 A1 GB 2251027 A , B IT 1250956 B JP 2632268 B2 JP 4301180 A	02-07-1992 26-06-1992 24-06-1992 24-04-1995 23-07-1997 23-10-1992
US 6354078 B1	12-03-2002	US 6041593 A AU 2654597 A EP 0983424 A1 WO 9840611 A1	28-03-2000 29-09-1998 08-03-2000 17-09-1998
DE 10005888 A	16-08-2001	DE 10005888 A1 WO 0159273 A1 EP 1254306 A1 JP 2003524731 T US 2003167751 A1	16-08-2001 16-08-2001 06-11-2002 19-08-2003 11-09-2003